



دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

گزارش سمینار درس بینایی ماشین

کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی گرایش بیوالکتریک

## عنوان مقاله

**Deep learning based detection of enlarged perivascular spaces on brain MRI**

نگارنده:

فاطمه خلیلی

بهار 1403

## چکیده

یادگیری عمیق در بسیاری از کاربردهای تصویربرداری عصبی موثر نشان داده شده است. با این حال، در بسیاری از سناریوها، تعداد توالی‌های تصویربرداری که اطلاعات مربوط به ضایعات بیماری عروق کوچک را ثبت می‌کنند برای پشتیبانی از تکنیک‌های مبتنی بر داده کافی نیست. علاوه بر این، مطالعات مبتنی بر کوهورت ممکن است همیشه مطلوب یا ضروری نباشد

توالی تصویربرداری برای تشخیص ضایعه بنابراین، تعیین اینکه کدام توالی تصویربرداری برای تشخیص دقیق ضروری است، ضروری است. این مطالعه یک چارچوب یادگیری عمیق را برای تشخیص فضاهای اطراف عروقی بزرگ (ePVS) معرفی می‌کند و هدف آن یافتن ترکیب بهینه توالی‌های MRI برای کمی‌سازی مبتنی بر یادگیری عمیق است.

ما یک U-Net سبک وزن موثر را که برای تشخیص ePVS تطبیق داده شده است، پیاده‌سازی کردیم و ترکیب‌های مختلف اطلاعات از توالی‌های MRI SWI، FLAIR، T2-weighted (T2W)، T1-weighted (T1W) را به طور جامع بررسی کردیم. نتایج تجربی نشان داد که MRI T2W برای تشخیص دقیق ePVS مهم‌ترین است ترکیب SWI، FLAIR و T1W MRI در شبکه عصبی عمیق بهبودهای جزئی در دقت داشت و منجر به بالاترین حساسیت و دقت (حساسیت = ۰.۸۲، دقت = ۰.۸۳) شد. روش پیشنهادی به دقت قابل مقایسه با حداقل هزینه زمانی در مقایسه با خواندن دستی دست یافت. خط لوله خودکار پیشنهادی خوانش قوی و با زمان کارآمد ePVS از اسکن‌های MR را امکان‌پذیر می‌کند و اهمیت T2W MRI برای تشخیص ePVS و مزایای بالقوه استفاده از تصاویر چندوجهی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، این مدل نقشه‌های کل مغزی از ePVS را ارائه می‌دهد که درک بهتری از همبستگی‌های بالینی آن‌ها را در مقایسه با روش‌های رتبه‌بندی بالینی تنها در چند ناحیه مغزی امکان‌پذیر می‌سازد.

**کلید واژه MRI، یادگیری عمیق، فضای اطراف عروقی بزرگ شده است.**

## فهرست مطالب

3.....	فهرست شکل ها
4.....	فهرست کلمات اختصاری
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED..... TYPICAL TRANSMEMBRANE CURRENT	
5.....	فصل 1. بیان مساله و ضرورت انجام پژوهش
5.....	1-1 پیشگفتار
5.....	2-1 بیان مساله
6.....	3-1 اهمیت و ضرورت انجام پژوهش
8.....	4-1 جمع بندی فصل
9.....	فصل 2. روش پیشنهادی
9.....	1-2 مقدمه
9.....	1-1-2 مواد و روش ها
9.....	1-1-1-2 داده ها
11.....	2-1-2 ادغام عمیق از توالی های مختلف
12.....	3-1-2 تجزیه و تحلیل نتایج تشخیص
13.....	فصل 3. نتایج و ارزیابی مدل های پیشنهادی
13.....	1-3 مقدمه
13.....	1-1-3 نتایج
15.....	فصل 4. بحث و نتیجه گیری، پیشنهادها و جمع بندی
15.....	1-4 مقدمه
15.....	1-1-4 نتیجه گیری
16.....	مراجع

## فهرست شکل‌ها

- شکل 2-2: مروری بر روش پیشنهادی تشخیص/تقسیم بندی ..... 6
- شکل 2-1. تصاویر دستگاه در فردی دارای تومور مغز..... 7
- شکل 2-2 نمونه هایی از تصویر..... 10
- شکل 1-3: نمودارهای پراکنده..... 13

# فهرست کلمات اختصاری

**MRI**

Magnetic resonance imaging

**ePVS**

enlarged perivascular spaces

**T1w**

T1-weighted

**T2w**

T2-weighted

**MESA**

Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis

**AFIB**

Atrial Fibrillation

**SVM**

support vector machines

**SWI**

susceptibility weighted imaging

**FLAIR**

fluid-attenuated inversion recovery

**ICC**

intra-class correlation coefficients

**AUC**

area under the curve

**3D**

3-dimensional

# فصل 1. بیان مساله و ضرورت انجام پژوهش

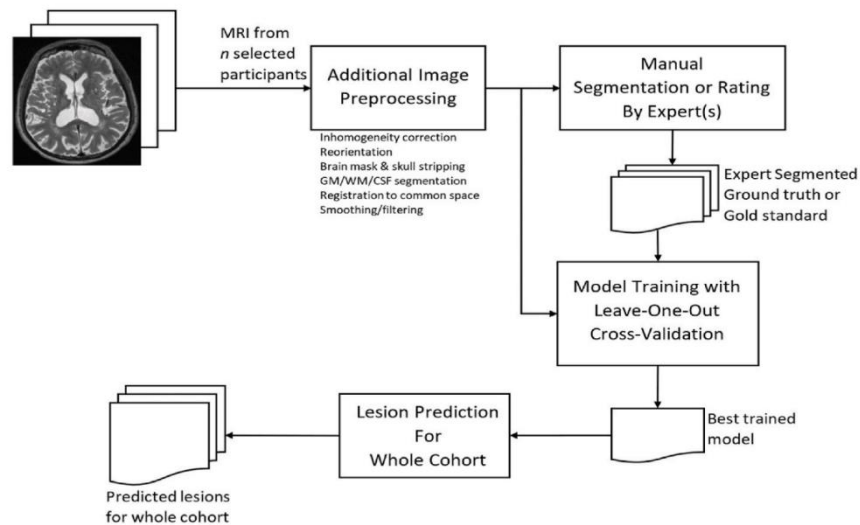
## 1-1 پیشگفتار

بزرگ شدن فضاهای اطراف عروقی یا Virchow-Robin می تواند تظاهر بیماری عروق کوچک مغزی و اختلال عملکرد مسیرهای اطراف عروقی باشد. فضاهای اطراف عروقی فضاهای پر از مایع هستند که شریان ها، شریان ها، وریدها و ونول ها را در مغز احاطه کرده اند. آنها عموماً از نظر اندازه میکروسکوپی هستند، اما با افزایش سن و/یا پاتولوژی ها ممکن است بزرگ و قابل مشاهده شوند، به عنوان مثال فضاهای اطراف عروقی بزرگ شده (ePVS). به طور معمول، ePVS هنگام اجرا به موازات صفحه تصویربرداری به صورت ساختارهای خطی یا منحنی روشن یا بسیار شدید و در تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) با وزن به صورت بیضی یا نقطه مانند در حالت عمود بر صفحه تصویربرداری ظاهر می شود (هنگامی که فضاهای اطراف عروق بزرگ می شوند، در MRI ساختاری معمولی، معمولاً با قطر کمتر از ۳ میلی متر، قابل مشاهده می شوند، اما می توانند تا ۱۰ تا ۲۰ میلی متر در مناطقی مانند عقده های قاعده ای برسند در حالی که ePVS را می توان ارزیابی کرد.

## 2-1 بیان مساله

مغز یکی از حسّاس ترین و پیچیده ترین اعضای بدن در همه مهره داران و بیشتر بی مهرگان است که در برخی گونه ها ۲ درصد از وزن بدن جاندار را تشکیل می دهد. مغز نسبت به آسیب ها بسیار حسّاس است و نورون ها نمی توانند بیش از پنج دقیقه در برابر ایسکمی مقاومت کنند. نورون ها در انسان بالغ قادر به تکثیر سلولی نیستند. جراحی مغز و اعصاب یک عمل فوق تخصصی جراحی است که با اعمال جراحی روی دستگاه عصبی بدن پاره ای از آسیب های مغز و اعصاب را می تواند بهبود بخشد یا از ادامه روند آسیب جلوگیری نماید.

همان‌طور که در شکل 2-2 نشان داده شده‌است، ...



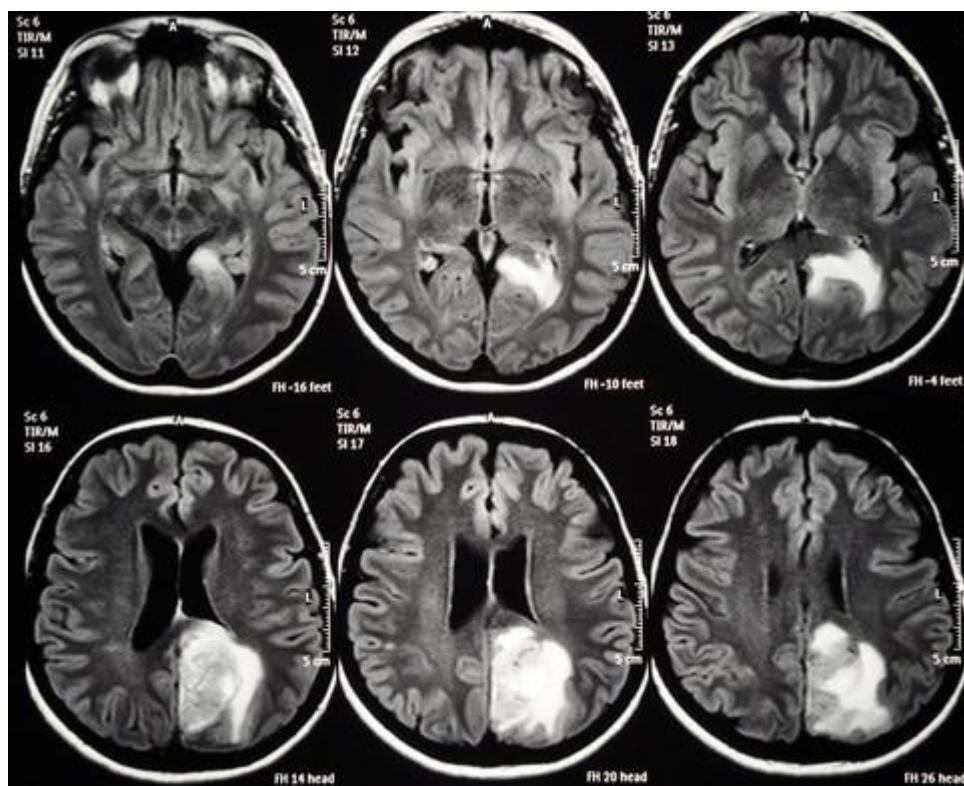
شکل 2-2: مروری بر روش پیشنهادی تشخیص/تقسیم بندی ePVS.

### 3-1 اهمیت و ضرورت انجام پژوهش

هدف ما ارزیابی امکان‌سنجی و اثربخشی یک روش مبتنی بر یادگیری عمیق خودکار برای تقسیم‌بندی ePVS با استفاده از توالی‌های MRI متعدد از زیرمجموعه‌ای از شرکت‌کنندگان در مطالعه چند قومیتی آترواسکلروز (MESA) است.

اتوماسیون در مطالعات کوهورت بزرگ برای امکان‌سنجی و بهبود تکرارپذیری و کاهش خطای انسانی ایده آل است. روش‌های دقیق و قابل اعتماد نیز برای استخراج مجموعه داده‌های غنی از گروه‌های بزرگ برای مطالعه ارتباط با عوامل خطر جمعیت‌شناختی، شناختی و عروقی یا اصلاح ضروری هستند.

همان‌طور که در شکل 2-2 نشان داده شده‌است، ...



شکل 2-2. تصاویر دستگاه در فردی دارای تومور مغزی.



## 4-1 جمع‌بندی فصل

روش‌های تقسیم‌بندی ePVS قبلی معمولاً از تکنیک‌های یادگیری ماشینی مرسوم مانند فیلترهای تقویت عروق و ماشین‌های بردار پشتیبانی (SVM) استفاده می‌کنند. مدلی را بر روی تصاویر MR با کنتراست 2T آموزش داد و آن را با نمرات طبقه‌بندی ارزیابی کرد. یک شبکه عصبی پیچیده سه بعدی عمیق با شبکه‌های متصل متراکم با اتصالات پرش برای بهبود ePVS MRI 7T ارائه کرده طور کلی، این کارها چگونگی استفاده کامل از منابع مختلف اطلاعات برای بهبود تشخیص ePVS در کل مغز را بر اساس تکنیک‌های مبتنی بر داده‌های عمیق بررسی نکردند. علاوه بر این، این مطالعات قبلی بیشتر از 7T استفاده کردند.

MRI که در کلینیک در مقایسه با دستگاه‌های استاندارد 3T کمتر در دسترس است. این مدل معمولی تر و به طور گسترده در دسترس است، بنابراین یک مدل یادگیری عمیق که برای MRI 3T طراحی شده است، انتخاب مقرون به صرفه تری است.

## فصل 2. روش پیشنهادی

### 1-2 مقدمه

نکته کلیدی طرح پیشنهادی ادغام عمیق اطلاعات از توالی های مختلف MRI است. یک نمای کلی از کل فرآیند در شکل ۱ خلاصه شده است. تکنیک های استاندارد پردازش تصویر ابتدا برای داده های خام MRI از توالی های مختلف زیرمجموعه ای از گروه MESA، از جمله اصلاح ناهمگنی، جهت گیری مجدد، صاف کردن و فیلتر کردن، پوشاندن مغز و برداشتن حجمه استفاده شد. و به دنبال آن ماده خاکستری (GM)، ماده سفید (WM) و مایع مغزی نخاعی (CSF) تقسیم بندی می شوند. سپس MRI شرکت کنندگان در SWI ثبت شد. داده های MRI از پیش پردازش شده به صورت دستی برای به دست آوردن حقیقت زمینی مورد استفاده برای آموزش مدل با اعتبارسنجی متقاطع ترک یک خارج تقسیم بندی شدند.

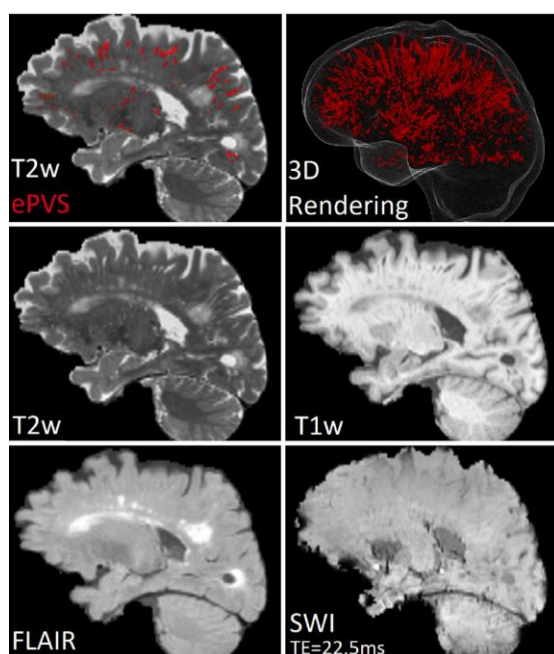
### 1-1-2 مواد و روش ها

#### 1-1-1-2 داده ها

داده هاداده های آموزشی شامل ۲۱ شرکت کننده بود که به طور تصادفی از گروه MESA انتخاب شدند. برای تصاویر  $w1T$ ،  $w2T$  و FLAIR، مطالعه MESA اسکن های سه بعدی MRI ایزوتروپیک را در ۶ مکان مختلف با اسکنرهای زیمنس جمع آوری کرد (اسکایرا با سیم پیچ سر ۲۰ کانال، پریسما و پریسما فیت با سیم پیچ سر ۳۲ کانال). داده های آموزشی ما شامل شرکت کنندگان از همه این سایت ها و همه مدل های اسکنر بود، بنابراین از قابلیت عمومی در گروه MESA اطمینان حاصل می کرد. سن ۲۱ شرکت کننده بین ۶۴ تا ۹۴ سال با میانگین ۷۸٫۷ سال است که ۱۲ نفر از آنها زن هستند. میانگین تعداد کل ضایعات فردی به ازای هر شرکت کننده بیش از ۶۸۳ است. تقسیم بندی ePVS این شرکت کنندگان توسط یک رادیولوژیست با تجربه (JBW) انجام شد و به عنوان حقیقت اصلی برای آموزش مدل استفاده شد. تقسیم بندی دستی با استفاده از تصاویر ثبت شده  $w2T$ ،  $w1T$  و FLAIR برای اطمینان از کاهش احتمال وجود موارد مثبت کاذب مانند WMH یا لکه ها در حقیقت زمین شکل گرفت. میانگین زمان مورد نیاز برای تکمیل بخش بندی دستی ePVS برای کل مغز حدود ۲۴ ساعت برای هر شرکت کننده بود. برای آموزش و ارزیابی مدل استفاده کردیم. تصاویر FLAIR، SWI،  $w1T$  و  $w2T$  که تغییر جهت داده شدند، سوگیری  $N4$  تصحیح شد و حجمه برداشته شد. ماسک فاز SWI از تصاویر فاز با استفاده از یک فیلتر بالاگذر به اندازه  $64 \times 64$  به منظور حذف مصنوعات تولید شد و

SWI با ضرب تصویر بزرگی با ماسک فاز برای ایجاد حاشیه نویسی مرجع و ماشین تولید شد. استنتاج بر اساس، تنها تصویر SWI با کوتاه‌ترین زمان اکو (  $TE = 7.5$  میلی‌ثانیه) استفاده شد، زیرا SWI به‌دست‌آمده با زمان‌های اکو طولانی‌تر نویزتر است. نمونه‌هایی از ePVS در توالی‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. اسکن‌های MRI مورد استفاده در این مطالعه وضوح فضایی بالایی دارند، و تشخیص ePVS کوچک را ممکن می‌سازند، اگرچه در تنظیمات بالینی، ضخامت برش بزرگ‌تر است تا امکان کمتری وجود داشته باشد. زمان اسکن، بنابراین ضایعات کوچکی که بین برش‌ها ایجاد می‌شود ممکن است قابل مشاهده نباشند.

همان‌طور که در شکل ۲-۲ نشان داده شده‌است، ...



شکل ۲-۲ نمونه‌هایی از ePVS در توالی‌های مختلف MRI. از بالا به پایین و از چپ به راست: الف) یک تصویر wT با مناطق ePVS که به رنگ قرمز مشخص شده‌اند. ب) رندر سه بعدی ePVS ها که با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. ج) تصویر اصلی wT بدون برجسته‌سازی. د) تصویر wT مربوطه. ه) تصویر FLAIR مربوطه. تصویر SWI مربوطه زمانی که زمان اکو ۲۲.۵ میلی‌ثانیه است.

## 2-1-2 ادغام عمیق از توالی های مختلف

فرض کنید  $fU: Rn \times S \rightarrow RS$  یک تابع غیرخطی با مجموعه‌ای از پارامترهای قابل یادگیری  $U$  است، که در آن  $n$  تعداد دنباله‌های MRI استفاده شده و  $S$  اندازه تصاویر است،  $f_n$  تصویر را به برچسب‌های وکسل نگاشت می‌کند و نشان می‌دهد که آیا وکسل حاوی ePVS است یا نه. در این مطالعه،  $fU$  به عنوان یک شبکه عصبی عمیق چند کانالی اجرا می‌شود که نوعی از استاندارد U-Net است (و در مقایسه با U-Net معمولی برای ضایعات کوچک برتری نشان داده است). یک U-Net معمولی از یک مسیر نمونه برداری یا رمزگشایی متقارن بلوک‌ها، بلوک‌های عادی سازی، بلوک‌های فعال سازی و بلوک‌های کانولوشن جابجایی نقشه ویژگی‌های هر مسیر نمونه برداری پایین و مسیر نمونه برداری بالا به هم پیوسته‌اند.

طرح پیشنهادی می‌تواند ترکیب عمیقی از اطلاعات از توالی‌های مختلف را انجام دهد. مدل تشخیص/بخش بندی ePVS اطلاعات تصاویر  $w_1 T$  FLAIR، SWI،  $w_2 T$  را از طریق چند کانال U-Net ترکیب می‌کند. این شبکه به روشی مقیاس پذیر طراحی شده است، یعنی شبکه‌ای که فقط از  $T$  استفاده می‌کند، اساساً یک کانال U-Net تک کاناله بود و می‌توان آن را به راحتی گسترش داد تا توالی‌های متعددی را شامل شود. تقسیم بندی های دستی توسط متخصص انسانی برای آموزش مدل یادگیری عمیق با استفاده از اعتبار سنجی متقاطع ترک یک خارج استفاده شد. به طور خاص، در هر تکرار از اعتبار سنجی متقاطع ترک یک خارج، از داده‌های ۲۰ موضوع برای آموزش شبکه و داده‌های ۱ موضوع برای آزمایش استفاده می‌کنیم. همچنین از ۲۰ آزمودنی مورد استفاده در آموزش، ۴ مورد منحصراً برای اعتبار سنجی درون آزمودنی مورد استفاده قرار گرفتند. هر اسکن ۳ بعدی (۳ بعدی) به برش های محوری ۲ بعدی برش داده شد که از طریق ترکیبی از تبدیل های هندسی مانند چرخش ها، داده ها را تقویت کردند. ترجمه ها، چرخش های بالا به پایین و چپ به راست.

در هر آزمایش، برش محوری T2W همراه با برش های محوری مربوطه در سایر MRI ها و برش جانبی و محوری متناظر افزوده شد. برای ترجمه ها، مجموعه ای از دو عدد ممیز شناور تصادفی  $tx$  و  $ty$  که نشان دهنده میزان جابجایی در هر محور است در محدوده  $[-۴۵، ۴۵]$  تولید شد و برای ترجمه برشهای تصویر و برش مربوطه استفاده شد. حقیقت زمین این محدوده به صورت تجربی انتخاب شد تا بیشتر مغز در تصویر ترجمه شده قابل مشاهده باشد. در مجموع ۱۰ عدد ممیز شناور تصادفی در هر محور تولید شد که منجر به  $10 \times 10 = 100$  ترجمه برای هر برش شد. برای چرخش ها، مجموعه‌ای از اعداد ممیز شناور تصادفی  $d$  که نشان‌دهنده چرخش بر حسب درجه است در محدوده  $[۱، ۶۰]$  تولید شد و برش(های) تصویر و برش‌های دارای حقیقت زمین با استفاده از هر دو  $d$  + و چرخش شدند. -d. مناطقی از محصولاتی که خارج از ماتریس تصویر قرار داشتند با مقادیر لبه پر شده بودند. در مجموع از ۱۶ عدد ممیز شناور تصادفی استفاده شد که منجر به چرخش  $16 \times 2 = 32$  شد. را مجموعه ای از تبدیل ها به تصاویر برگردانده شده اعمال شد. به عنوان مثال، یک تصویر  $T$  MRI w منفرد با ۹۶ برش محوری منجر به ۲۳۸۸۰ برش محوری پس از داده شد.

## 2-1-3. تجزیه و تحلیل نتایج تشخیص

دقت این مدل ها بر اساس سه پارامتر حساسیت  $S$ ، دقت  $P$  و دقت بزرگی  $A$  است. که در آن  $TP$  تعداد مثبت های واقعی،  $FN$  تعداد منفی های کاذب و  $FP$  مخفف موارد مثبت کاذب است.

معیارهای موثر برای ضایعات کوچک مانند  $ePVS$  را انتخاب شد. که اطلاعات شکل و حجم آن مهم است  $ePVS$ . می تواند به کوچکی یک وکسل باشد. تجزیه و تحلیل شامل نمودارهای بلند-آلتمن و نمودارهای پراکنده تعداد و حجم  $ePVS$  پیش بینی در مقابل داده های برچسب گذاری شده متخصص و همچنین حساسیت و دقت بر اساس مرکز جرم ضایعات بود. ما همچنین عملکرد را با استفاده از ضرایب همبستگی درون کلاسی ( $ICC$ ) شباهت حجمی (راماسوامی ردی، پراساد و ردی، ۲۰۱۳)، سطح زیر منحنی ( $AUC$ ) از منحنی های اپراتور گیرنده، فاصله هاسدورف (Rockafellar) ارزیابی کردیم. و فاصله برای  $ICC$  از روش با مدل تصادفی دو طرفه، توافق مطلق، اندازه گیری منفرد استفاده کردیم.

بین دو مجموعه نقطه که به ترتیب با برچسب های حقیقت زمین و بخش بندی مطابقت دارند، در حالی که فاصله Mahalanobis یک متریک فاصله چند متغیره است که فاصله بین یک نقطه و یک توزیع را اندازه گیری می کند و به ویژه برای طبقه بندی در مجموعه داده های بسیار نامتعادل مؤثر است. میانگین معیارها با میانگین گیری از سوژه ها به دست می آیند، به عنوان مثال، فرض کنید  $Si$  حساسیتی است که با آزمایش موضوع به دست می آید.

## فصل 3. نتایج و ارزیابی مدل‌های پیشنهادی

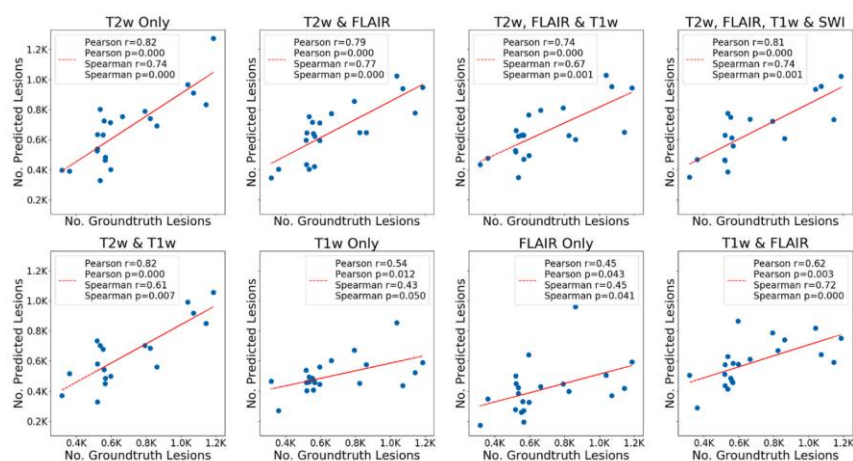
### 1-3 مقدمه

نتایج طبق آزمایش‌های انجام شده و تصویر برداری به شکل زیر تقسیم بندی شد:

### 1-1-3 نتایج

معیارهای ارزیابی میانگین با خطاهای استاندارد متناظر همه آزمودنی‌ها از جمله حساسیت، دقت، دقت بزرگی، ICC، شباهت حجمی، AUC، فاصله هاسدورف و ماهانابولیس بسیار آموزنده، با بهترین عملکرد از هر دنباله منفرد و نزدیک به بهینه برای چندین معیار. برای اکثر معیارها، ترکیب  $w_1T, FLAIR, w_2T$  و  $SWI$  بهترین عملکرد را به دست آورد بالاترین همبستگی با استفاده از  $T2W$  به دست می‌آید. نقاط واقع شده توسط جفت  $(S, P)$  را از همه شرکت کنندگان ترسیم می‌کند و نشان می‌دهد که با گنجاندن  $T2W, FLAIR, T1W$  مدل می‌تواند به بالاترین دقت بزرگی دست یابد که با فاصله بین  $S$  و  $P$  منعکس می‌شود.  $(0, 0)$  در شکل، جایی که  $S$  و  $P$  به ترتیب حساسیت میانه و دقت میانه هستند. شکل ۵ نمودارهای بلند-آلتمن از تعداد ضایعات را نشان می‌دهد که نشان می‌دهد که میانگین تفاوت بین پیش‌بینی و استاندارد طلا و همچنین نوسانات تصادفی حول میانگین در استفاده از  $T2W$  تنها به حداقل رسید و در هنگام ترکیب سایر توالی‌ها پایین باقی ماند. همبستگی بین حجم ضایعات پیش‌بینی شده و حجم حقیقت زمین را نشان می‌دهد و اهمیت استفاده از  $T2W$  را برای تقسیم بندی  $ePVS$  تایید می‌کند. شکل Bland- را نشان می‌دهد نمودارهای آلتمن از حجم ضایعه، نشان می‌دهد که ترکیب  $w_1T, FLAIR, w_2T$  و  $SWI$  می‌تواند نتایج بهتری نسبت به استفاده از  $w_1T, FLAIR$  فقط به دست آورد، زیرا میانگین تفاوت و نوسانات در هنگام ترکیب  $w_1T, w_2T, FLAIR$  و  $SWI$  حداقل بوده و به طور قابل توجهی قابل توجه است. بر اساس چنین مشاهداتی، می‌توانیم ببینیم که اگرچه  $T1$  و  $FLAIR$  توالی‌های تحقیقاتی استانداردتری هستند، اما رتبه‌بندی‌های  $ePVS$  فقط با استفاده از این دو دنباله تقریباً به اندازه  $T2W$  دقیق نیستند، و ترکیب سایر توالی‌ها نیز چنین نیست. نتایج را به طور قابل توجهی بهبود بخشد. با این حال، همانطور که در شکل نشان داده شده است، استفاده از اطلاعات از روش‌های مختلف، مدل را قادر می‌سازد تا به طور موثر  $ePVS$  را از موارد تقلیدکننده مانند ضایعات و لکه‌های ماده سفید متمایز کند.

همان‌طور که در شکل 2-2 نشان داده شده است، ...



شکل 1-3: نمودارهای پراکنده تعداد ePVS حقیقت پایه در مقابل تعداد ePVS پیش بینی شده برای هر موضوع، که بر اساس آن همبستگی Person و همبستگی Spearman ( $r$ ) و مقادیر  $p$  مربوطه ( $p$ ) محاسبه می شود.

## فصل 4. بحث و نتیجه‌گیری، پیشنهادها و جمع‌بندی

### 1-4 مقدمه

در این فصل بحث و نتیجه‌گیری و پارامترهای مورد نیاز به ترتیب مورد بررسی قرار گرفت.

### 1-1-4 نتیجه‌گیری

فضاهای اطراف عروقی بزرگ شده (ePVS) به طور فزاینده‌ای به عنوان یک نشانگر زیستی تحت بالینی برای سلامت و بیماری مغز، از جمله بیماری عروق مغزی شناخته می‌شوند، و بنابراین، کمی سازی مورد توجه جامعه پژوهشی است. کمی سازی دستی ePVS فردی بسیار وقت گیر و وابسته به اپراتور است و ممکن است بار واقعی ePVS را به دقت منعکس نکند. سیستم‌های خودکار مبتنی بر داده، از جمله مدل‌های یادگیری عمیق، راه امیدوارکننده‌ای را برای تولید کمیت قوی، قابل تکرار و سریع از ePVS از اسکن‌های MRI مغز ارائه می‌کنند، و زمانی که مجموعه داده‌های آموزشی محدود است، شبکه‌های سبک وزن می‌توانند برای دستیابی به پیش‌بینی دقیق کافی باشند. کمی سازی خودکار ePVS به دلیل وجود موارد تقلیدی مانند لکون‌ها و ضایعات ماده سفید که ممکن است منجر به اندازه‌گیری‌های مثبت کاذب شود، چالش برانگیز است. علاوه بر این، در بسیاری از سناریوها، تعداد نمونه‌های داده تصویربرداری عصبی می‌تواند برای پشتیبانی از سیستم‌های داده محور کافی نباشد. چنین مشکلاتی هنوز در روش‌های یادگیری عمیق اخیراً منتشر شده باقی مانده است. به طور کلی، چندین محدودیت وجود دارد: (۱) این که آیا یک روش واحد می‌تواند به اندازه کافی برای تعیین کمیت ePVS اطلاعات کافی داشته باشد، هنوز مورد سوال است. (۲) مزایای ترکیب توالی‌های مختلف برای برنامه بررسی نشده است. (۳) روش‌های موجود معمولاً از MRI T۷ استفاده می‌کنند در حالی که MRI T3 در عمل در دسترس‌تر و در دسترس‌تر است. (۴) روش‌های موجود فقط برای مناطق انتخابی به جای کل مغز اعمال می‌شود.

برای پرداختن به این مسائل، این مطالعه با هدف بهره‌برداری کامل از داده‌های MRI 3T اطلاعاتی موجود با استفاده مشترک از توالی‌های مختلف، و بررسی استراتژی بهینه ترکیب اطلاعات از توالی‌های مختلف در چارچوب یادگیری عمیق برای تقسیم‌بندی ePVS، که می‌تواند در کل مغز به طور خاص، از آنجایی که تعداد نمونه‌های داده اغلب محدود است، استفاده کامل از آن اهمیت زیادی دارد.



## مراجع

1\_Deep learning based detection of enlarged perivascular spaces on brain MRI Tanweer Rashid a,b,1 , Hangfan Liu a,b,1 , Jeffrey B. Ware c , Karl Li a , Jose Rafael Romero d , Elyas Fadaee a , Ilya M. Nasrallah b,c , Saima Hilal e , R. Nick Bryan c,f , Timothy M. Hughes g , Christos Davatzikos c , Lenore Launer h , Sudha Seshadri a , Susan R. Heckberti , Mohamad Habes a,b,

Mink, JW; Blumenschine, RJ; Adams, DB (1981). ["Ratio of central nervous system to body metabolism in vertebrates: its constancy and functional basis"](#). American Journal of Physiology (Submitted manuscript). **241** (3): R203–212. [doi:10.1152/ajpregu.1981.241.3.R203](#). [PMID 7282965](#). Archived from [the original](#) on 21 November 2018. Retrieved 14 January